第九章　木 瓜

木瓜土壤管理與施肥推薦

高雄區農業改良場 張耀聰
臺南區農業改良場 潘佳辰

一、適宜栽植風土條件

(一) 氣候條件

木瓜為番木瓜 (*Carica papaya* Linn) 之簡稱，屬番木瓜科 (Caricaceae)、番木瓜屬 (*Carica*)，為淺根性植物。原產地介於南墨西哥到尼加拉瓜的中美洲低地地區，為大型草本熱帶果樹，主要生長範圍分布於南北緯 32 度之間，經濟生產區域在南北緯 23 度之間。木瓜早於十七世紀由西印度群島傳入亞洲，清朝末年再由中國大陸引進台灣，自西元 1907 年逐漸普遍栽培及食用。

木瓜屬熱帶作物，性喜高溫及日照充足的氣候，生育適溫為 21-33℃，最佳溫度為 25-30℃，日平均溫最低在 16℃以上時，其生長、結實、產量及品質才能正常，氣溫高於 35℃以上則會使光合作用效率下降 (黃士晃及林晉卿，2009)。此外，木瓜對低溫敏感，在 12- 4℃就會受到寒害，低溫若低於-0.56℃未保護，植株即會造成死亡，生育地的年雨量宜在 1,200 mm 上，相對濕度高於 66% 以上，能有較佳的生長，而乾旱則易導致老葉脫落及結果數減少。

(二) 土壤條件

木瓜為淺根性作物，土層宜疏鬆肥沃排水及通氣良好的砂質壤土或壤土，土壤以微酸性最理想，因為各種營養要素的有效性最高。『適地適種』是作物成功栽種的不二法門，在進行木瓜栽種前，選地為作物種植是否成功之關鍵。栽種木瓜除了要選擇健康土壤外，排水則是另外一項重要關鍵。台灣地處亞熱帶，屬夏季多雨海島型氣候，栽種木瓜則需選擇排水良好之土壤，或於定植前先行設置排水暗管，並作高畦、留意洩水坡度及進行必要之防浸措施。

土壤 pH 值最好能選擇在 6.0-7.0 之間，如土壤偏強酸性（pH＜5.5），則可選用含有氧化鈣成分之改良資材 (如石灰石粉、苦土石灰及農用石灰等) 進行調整，而使用方式則於田間將改良資材均勻撒佈後，再進行整地翻耕等作業，以求改良資材能與土壤均勻混合；偏石灰性之鹼性土壤，可利用前述作業方法，以硫磺粉取代進行調整。

一般栽植木瓜，在選地過程中，除前述 pH 值外，**土壤質地**格外重要，土壤可由土系分類中含多數礫石之雜地至壤土，均適合定植木瓜，但不同土壤質地之保肥能力也有差異。一般而言，土壤質地孔隙越大者，其保肥能力及土壤緩衝能力均不佳，但相對排水性則越好。以適合栽種木瓜之土壤進行比較，其保肥能力：壤土＞坋質壤土＞坋土＞砂質壤土＞壤質砂土＞粗砂土＞礫石地，施肥方式與次數，則依土壤質地之不同而有差異。以保肥能力較差之礫石地為例，全量肥料之使用則需少量分多次施用，以避免土壤之緩衝能力不足，造成肥傷發生與肥料的流失。

(三)主要栽培品種及產地分佈與產業介紹

據農糧署統計資料顯示，近年來台灣木瓜栽培面積有逐年下降趨勢，但年產值卻是屢創新高。民國 103 年木瓜栽培總面積約 2,450 公頃，年產量約 115,779 公噸，但產值接近 33.3 億元，主要栽培分佈於屏東（745 公頃）、台南（740 公頃）、高雄（251 公頃）、南投（214 公頃）、嘉義（186 公頃）、雲林（177 公頃）、台東及花蓮等地區，在高、屏及台南地區栽培面積即佔約 70 %。

主要的栽培品種為台農 2 號 (Tainung No.2)，約佔木瓜總栽植面積之 90 %，少量為日陞及紅妃品種。此外，網室木瓜拍賣市場價格，雖會隨著季節變化而有波動，但近年來年平均價格亦均維持在 30 元/公斤左右。

(四) 水分灌溉管理

由於木瓜為淺根性作物，根系屬於肉質根，是相當忌水的作物，根系浸水 48 小時即會受損，五天即造成完全展開葉的落葉，因此，水分管理格外重要。

木瓜亦不耐旱，若每月平均雨量約有 100 mm 即不需灌溉，然臺灣中南部全年雨量分布不均，尤其冬季期間，降雨量少，為確保木瓜能連續不斷結果，維持其正常產量，旱季應適量給予灌溉，保持田區土壤濕潤，雨季則加強排水作業，避免積水。

木瓜屬日間吸水型，於早上十時至下午二時左右為吸水高峰期，灌水時間應儘量與之配合，以提高效率。選擇砂質土壤及高畦栽培，注意地面及地底下排水，並於雨季來臨前做好排水工作，積水處應隨時疏通，覆蓋塑膠布防止雨水滲透，都是有效防止土壤水分過高的良策 (黃士晃及林晉卿，2009)。

(五) 栽植密度與目標或預期產量

目前木瓜常見之經濟栽培模式，有單畦單行及單畦雙行兩種種植方式，一般單行定植畦面寬約 2.4 - 2.7 公尺，單畦雙行定植畦面寬度約為 4.8 - 5.4 公尺之間，畦溝之寬度約 0.6 - 1.0 公尺，行間距則為 2.4 - 3.0 公尺，株距間則維持 1.8 - 2.1 公尺，平均每公頃定植株數約 1,500 - 1,800 植株。平均每公頃年產量約可達到 50 公噸。

木瓜為可週年供果之作物，一般幼苗田間定植約二至三個月後，即可開花結幼果，直至七至八個月後果實成熟即可採果，往後即不斷的開花結果，因此，土壤需不斷的提供適當之養分，以達到作物生長需求。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 土壤養分需求與各種養分之生育功能

根據不同生育時期施用木瓜所需營養元素，一般基肥階段著重於有機質肥料及磷肥混合施入土壤，在生育初期著重氮肥的施用，以促進植株及葉片發育。

矮化階段，則著重於有機質肥料不足時之補充及鉀肥之施用，以利木瓜矮化傷口癒傷組織形成，並促進莖部直徑生長。

開花結果後注重磷鉀肥多施，促進光合產物合成及運送。

一般情況建議如下：六個月之氮鉀肥於植株成活後一至兩個月後開始施用，若人工允許下將肥料分於每個月施用 (黃士晃及林晉卿，2009)。

(二)養分缺乏與過剩毒害之營養障礙介紹

土壤施用氮肥過多時，容易造成植株徒長。

另外，在微量要素中，木瓜對硼極為敏感。植株缺硼易造成木瓜果實畸形，影響品質甚大，而在秋冬季節，具石礫之砂質地及偏強酸性土壤栽種之木瓜，易發生缺硼症（果實表面凹凸不平似腫瘤），使得果實畸形。其預防及改善方法，可於基肥施用時期，將硼砂（1 - 3 公斤/公頃）與有機質肥料同時施入土壤，如木瓜果實已出現缺硼症狀，則可視需要適時、適量行葉面噴施進行改善，但須注意濃度不可太高，也不可每年施用，以免施用量過多造成毒害。

木瓜缺硼表面凹凸不平似腫瘤

木瓜缺硼發病前果實會有乳汁迸出現象

若葉片植體營養檢測，硼含量低於 20 毫克/公斤，或土壤肥力檢測硼含量低於 0.25 毫克/公斤，可於木瓜開花結果前，每株施用 2.5-3.5 克硼砂，或自十月至翌年一月間（低溫乾旱季節），以 2.5 g/L 硼砂或 1 g/L 硼酸液葉面噴施一至三次，嚴重地區則每隔二至三週噴佈一次，施用時不可提高濃度，以免導致毒害，造成葉緣焦枯。

木瓜葉面噴施硼過量造成導致毒害造成葉緣焦枯

(三) 土壤與葉片採樣方法

土壤樣品採集表土 0 - 20 公分及底土 20 - 40 公分範圍內。土壤採樣最佳時期為施

用基肥前，於園區中選定五點，並且鄰近樹冠邊緣，將表面之枯枝落葉撥開後採集土壤；土壤採集完成後，均勻混合並取 600 克放入採樣袋，註明姓名、地址、地段地號、電話、作物別、表土或底土。以郵寄或親自送到各區改良場土壤肥料研究室。

葉片可採集成熟且葉柄水平角度不低於 90 度之葉片，挑選植株東西南北各採一，盡量採集同一高度之葉片，並避免罹病株，每區約 20-30 片。

三、土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

高屏地區木瓜適合種植區域土壤肥力條件如下表所示。

表 1、 高屏地區木瓜土壤肥力推薦表

酸鹼度 (1:1)	有機質 (g/kg)	有效性磷 mg/kg	有效性鉀 mg/kg	有效性鈣 mg/kg	有效性鎂 mg/kg
5.5-7.5	＞20	50-150	80-200	1000-3000	80-250
鐵 mg/kg	**錳 mg/kg**	**銅 mg/kg**	**鋅 mg/kg**	**電導度 (1:5) (dS/m)**	
50-300	30-140	10-20	10-25	0.2-0.6	

註：有效性磷 ＝Bray No. 1；有效性鉀、鈣及鎂使用雙酸法（0.1N 鹽酸 ＋0.1N 硫酸抽出）；鐵、錳、銅及鋅使用 0.1N 鹽酸抽出。

由高屏地區不同土壤性質之木瓜田區，進行一年 (2012 年 11 月至 2013 年 10 月止) 之調查，研究結果顯示，木瓜葉片養分濃度隨季節之變化而有差異。依據全年平均共計 420 筆木瓜中位葉植體養分分析結果，如表 2 所示。高屏地區木瓜中位葉養分濃度（平均值± SE），分別為 N＝49.1 ± 3.1 g/kg、P = 3.7 ± 0.4 g/kg、 K = 20.7 ± 2.2 g/kg、Ca= 23.6 ± 3.4 g/kg、 Mg = 10.0 ± 1.1 g/kg、Mn = 54.5 ± 19.5 mg/kg、Fe = 242.9 ± 55.4 mg/kg、Cu = 21.8 ± 9.3mg/kg、Zn = 43.9± 15.9mg/kg、Na = 231.2 ± 64.3 mg/kg。

表2、 高屏地區不同月份木瓜中位葉養分濃度變化（數值為35重複平均值）

Date	Nutrient concentration									
Year	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	Na
month	--------------------g/kg--------------------					------------------ mg/kg--------------------				
201211	47.6	4.1	25.1	18.2	9.9	52.25	248.00	19.45	60.39	254.72
201212	50.4	3.5	21.0	20.1	8.6	49.18	201.56	21.96	52.92	194.35
201301	51.7	3.8	24.1	24.3	10.6	40.84	206.90	22.39	50.73	286.80
201302	46.4	3.6	20.7	23.1	9.9	42.44	428.53	34.73	66.44	390.56
201303	46.2	3.2	18.3	24.1	9.9	34.06	390.50	30.75	64.74	208.77
201304	48.8	3.6	19.9	28.8	11.4	53.35	259.11	28.81	39.83	313.75
201305	52.9	4.0	22.3	28.6	10.3	69.53	251.69	10.98	33.83	292.03
201306	45.5	3.7	19.1	26.4	10.7	64.42	203.24	17.53	37.13	254.37
201307	48.1	4.0	19.6	28.4	11.3	71.03	194.85	17.96	34.51	150.72
201308	44.4	3.3	17.9	20.6	9.6	67.32	156.05	18.24	30.57	154.19
201309	53.8	4.0	19.5	19.9	8.6	54.13	157.39	20.93	31.02	147.03
201310	52.7	3.9	22.0	19.8	9.1	46.23	265.10	20.52	36.45	155.80
年平均	49.1	3.7	20.7	23.6	10.0	54.47	242.88	21.79	43.88	231.19

四、產地不同區域土壤性質之土壤管理與施肥推薦

木瓜土壤酸鹼值適應約 5.5-6.5 時土壤養分有效性較高，故可以選擇土壤酸鹼值改良、或於生長期間補充養分，確保養分充足。於耕作時可於基肥施用有機質肥料，再於各生長期各別補充所需營養元素。

表 3、104 年度臺南場轄區木瓜土壤送檢分析數據結果

	EC (1:5)	pH (1:1)	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
	dS/m		g/kg	----------------------mg/kg			------------------
臺南	0.22 ± 0.22	6.3 ± 1.12	20.1 ± 10.7	224 ± 169	145 ± 131	1781 ± 1067	203 ± 141
嘉義	0.12 ± 0.06	6.61 ±0.97	18 ± 7.9	122 ± 117	112 ± 43	2032 ± 1072	238 ± 134
雲林	0.17 ± 0.09	6.23 ±1.82	20.7 ±7 .2	132 ± 118	96 ± 30	1790 ± 1448	141 ± 92

土壤肥力分析依臺南場土壤肥料研究室分析方法。

[1]：數值表示為平均值 ± 標準偏差

民國 104 年臺南場農友土壤送樣分析數據顯示，分析數據之誤差原因可能為採樣方法及土壤樣品數所致。民國 104 年臺南區農業改良場土壤肥料分析實驗室接收之土壤樣品之結果 (表 3) 顯示，土壤酸鹼值約在 6.2-6.6 之間，土壤有機質平均約在 18-20 g/kg 之間。土壤有機質能提供良好根系生長環境，故於基肥時期可以選用低養分、高有機質之資材。

表 4、民國 104 年度臺南場轄區木瓜果園土壤送檢有機質、有效性磷及有效性鉀分佈

	有機質	Bray-1 磷	交換性鉀
	<30 g/kg	> 50 mg/kg	> 100 mg/kg
臺南	89(47)	87(46)	60(32)
嘉義	92(12)	54(7)	54(7)
雲林	100(7)	71(5)	57(4)

[1:]數值表示為”所佔比例(分析件數)”

進一步分析地區間土壤有機質、有效性磷鉀顯示 (如表 4)，土壤有機質未達 30 g/kg 者，約八成以上，未達比例偏高，應施用高有機質資材，或草生栽培 (如種植綠肥大豆) 以增加土壤有機質。此結果亦可能因為分析樣品數量較少所致。

土壤有效性磷高於 50 mg/kg 者，臺南及雲林約七成以上。土壤有效性鉀高於 100 mg/kg 者，平均約五成以上，應注意土壤中鎂鉀離子拮抗作用。

表 5. 100 年～103 年度高屏地區木瓜土壤肥力分析平均值

酸鹼度 (1:1)	有機質 (%)	有效性磷 mg/kg	有效性鉀 mg/kg	有效性鈣 mg/kg	有效性鎂 mg/kg	鐵 mg/kg	錳 mg/kg	銅 mg/kg	鋅 mg/kg	電導度 (1:5 ; dS/m)
5.9 ±0.1	1.8 ± 0.1	124.0± 5.5	162.6± 20.3	2095.9 ± 156.6	129.8± 12.1	625.7± 55.1	54.6 ± 4.7	6.7 ± 0.9	13.2 ± 1.3	0.4 ± 0.04

註：數值表示為平均值 ± 標準偏差

另外，在高屏地區整合民國 100 年- 103 年間所有木瓜土壤肥力分析資料，表 5 顯示高屏地區木瓜田平均土壤肥力在酸鹼度及有效性鎂，均比臺南、嘉義及雲林地區為低，而在有效性鉀及有效性鈣則高於臺南、嘉義及雲林地區，顯示不同地區農民栽種木瓜施肥管理方式之不同。高屏地區每年受到豪雨及颱風危害機率均大於雲嘉南地區，因此，農民為提高植物之抗性，多數著重於鉀肥及鈣肥之施用，為其可能之原因。

五、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦〈通用原則性的〉

三要素推薦量 (克/株/年) 每公頃施用堆肥 10-15 公噸情況下

樹齡 要素別	6 個月以下	6-12 個月	2 年	3 年以上
氮素	12	53	74	122
磷酐	22	98	136	241
氧化鉀	15	64	88	120

施肥時期及分配率 (%)

肥料別	基肥	定植後 3-5 個月	定植後 6-8 個月	定植後 9-10 個月
氮肥	-	40	30	30
磷肥	-	60	20	20
鉀肥	-	40	30	30
堆肥	70-100	-	0-30	-

換算單質肥料用量 (克/株/年)

樹齡 肥料	6 個月以下	6-12 個月	2 年	3 年以上
尿素	26	115	160	265
(硫酸銨)	(57)	(252)	(352)	(580)
過磷酸鈣	122	544	755	1338
氯化鉀	25	106	146	200
(硫酸鉀)	(30)	(128)	(176)	(240)

葉面肥

開花期前後可以**葉面施肥鎂肥** 500-600 倍及微量要素 2,000-3,000 倍，一至二次，每七天施用一次。

另於每年五至六月間，日間均溫高於 32℃以上，可於傍晚階段**葉面噴施硼砂**稀釋水 2,000 倍及磷酸一鈣稀釋水 300 倍，促進木瓜花性正常及幫助授粉，以求減少冬季無授粉之畸形果木瓜（管瓜）發生機率。使用方式為二週施用一次，若氣溫依然偏高（32℃以上），約三至四次即停止施用，以免硼施用過量影響木瓜品質。

高溫過後冬季無授粉之畸形果木瓜（管瓜）發生機率會偏高

六、木瓜合理化施肥實例

以高雄場民國 97 年於六龜地區的木瓜示範田為例，該筆土地栽種木瓜前之土壤肥力如下表：

六龜地區木瓜合理化施肥示範田栽種前土壤肥力分析表

檢測項目	pH (1:1)	有機質 g/kg	Bray-1 磷	交換性鉀	交換性鈣	交換性鎂
			------mg/Kg------			
表土	5.03	19.0	72	53	909	78
底土	5.02	17.1	68	47	568	55

檢測項目	鐵	錳	銅	鋅	電導度 (1:5 ; dS/m)
	------mg/Kg------				
表土	981	23	5	7	0.18
底土	821	24	4	8	0.13

說明：

土壤 pH 為強酸性，建議施用石灰資材 1,800 公斤/公頃補充鈣，並提升土壤 pH。此外，土壤有機質不足，應施用腐熟質優之堆肥 20 公噸/公頃。

此田區分為農民慣行施肥方式（簡稱慣行區）及合理化施肥示範方式（簡稱推薦區）進行比較，農民慣行區木瓜定植 1,800 株/公頃，而其施肥量為農民多年之施肥習慣，其施用肥料換算量為 N：P_2O_5：K_2O＝484：686：650，換算為硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀，總價約 34,300 元/公頃/年。而推薦區之施肥量為依據土壤肥力檢測及植物體營養診斷之結果進行推薦，並於木瓜定植後一週，以中興大學免費提供之溶磷菌稀

釋 300 倍噴灌木瓜根域，並於每三個月補充噴灌一次，而其化學肥料施用量換算為 N：P_2O_5：K_2O＝180：300：240，肥料施用總價約 13,700 元/公頃/年。二者比較，推薦區較慣行區之化肥用量，約減少 60%之施肥成本。

一般而言，施入土壤之磷肥僅 5 - 25%會被植物利用，且於強酸性土壤中磷易與鐵離子及鋁離子等結合，形成磷酸鐵及磷酸鋁，使磷無法為作物直接吸收利用，而溶磷菌則能將無效磷溶出有效磷供作物利用。因此，溶磷菌可間接促進植物利用土壤中之磷酸鹽類，以利木瓜生殖生長。此外，依據示範田土壤分析，其土壤質地屬於壤土，保肥能力較佳，因此，推薦有機質肥料於基肥施用期全量撒施，磷肥施用全量之 50%，氮肥及鉀肥施用全量之 30%，並培土作高畦，其餘肥料量於追肥時再酌量施用。

以慣行區之施肥量為基準（34,300 元/公頃/年）；合理化施肥之推薦區，每公頃相對可節省 20,600 元，但在產量方面均無明顯差異。因此，利用土壤肥力檢測及植物營養診斷技術，並配合微生物肥料溶磷菌之應用，施用於木瓜栽培上，將可有效節省施肥成本。